



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

⑩ DE 100 40 657 A 1

⑤1 Int. Cl.7:  
B 60 K 41/08  
B 60 K 41/04

②1 Aktenzeichen: 100 40 657.2  
②2 Anmeldetag: 19. 8. 2000  
④3 Offenlegungstag: 28. 2. 2002

DE 100 40 657 A 1

⑦1 Anmelder:  
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

⑦2 Erfinder:  
Schiele, Peter, Dipl.-Ing., 88079 Kressbronn, DE;  
Gierer, Georg, 88079 Kressbronn, DE; Steinhauser,  
Klaus, Dipl.-Ing., 88079 Kressbronn, DE

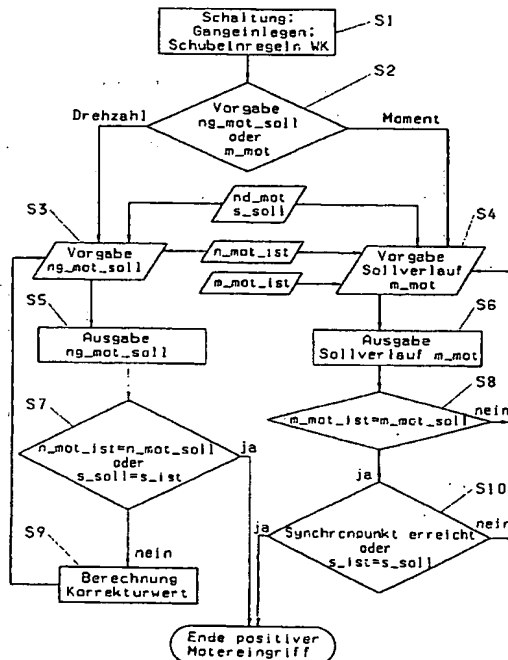
⑤5 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 43 29 916 A1  
DE 33 34 711 A1  
EP 02 30 735 A2  
WO 9 12 662 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren zur Steuerung und Regelung eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeuges

⑤7 Es wird ein Verfahren zur Steuerung und Regelung eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeuges mit einer elektronischen Getriebesteuerung für ein Automatgetriebe und einer damit verbundenen elektronischen Motorsteuerung für einen Antriebsmotor vorgeschlagen. Dabei werden in einem Schubbetrieb des Antriebssystems während eines Übergangs eines Getriebeelementes von einem offenen in einen geschlossenen oder einen schlupfenden Zustand bei einem Einkuppelvorgang des Getriebes oder einem Anregelvorgang des Getriebeelementes rotatorische Massen des Motors derart geregelt und/oder gesteuert beschleunigt, daß eine Fahrzeugverzögerung kleiner als ein vorgegebbarer Toleranzwert ist.



DE 100 40 657 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung und Regelung eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeuges nach der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art.

[0002] Aus der Praxis bekannte Antriebssysteme umfassen jeweils einen Antriebsmotor und ein zwischen dem Antriebsmotor und dem Abtrieb eines Kraftfahrzeuges angeordnetes Schalt- bzw. Automatgetriebe. Um eine für einen Fahrer möglichst komfortable Funktionsweise des Antriebssystems zur Verfügung zu stellen, weist das Antriebssystem üblicherweise ein elektronisches Steuersystem auf, welches neben weiteren Steuereinheiten eine elektronische Getriebe- steuerung beispielsweise für ein Automatgetriebe und eine damit über geeignete Schnittstellen verbundene elektronische Motorsteuerung für einen Antriebsmotor umfaßt.

[0003] Die elektronischen Getriebesteuerungen automatischer Getriebe haben die Aufgabe, den Fahrer zu entlasten und dabei eine für die jeweilige Fahrsituation bezüglich Verbrauch, Fahrleistung und Komfort optimale Übersetzung zu wählen. Dabei führt die elektronische Getriebesteuerung vorrangig die Wahl des günstigsten Gangs und die Steuerung des Schaltablaufs durch, wobei diese Wahl in Abhängigkeit verschiedener Größen durchgeführt wird. Eine derartige Größe hierfür stellt das Motordrehmoment dar, welches bei aus der Praxis bekannten Steuersystemen direkt an die elektronische Getriebesteuerung für die Gangwahl weitergegeben und verwendet werden kann. Alternativ hierzu kann das Drehmoment jedoch auch aus anderen Meßgrößen, wie z. B. der Drosselklappenstellung oder der dem Motor zugeführten Luftmasse, gesondert ermittelt werden. Weiter werden der Fahrzustand, die Gangwechselart und die Fahrgeschwindigkeit berücksichtigt, wenn die Druckansteuerung der Kupplungen des Getriebes und ihre Anpassung an das zu übertragende Moment vorgenommen wird. Das Steuersystem schaltet auf diese Art und Weise in Abhängigkeit der Getriebeabtriebsdrehzahl und der Motorlast gegebenenfalls unter selbstlernender Anpassung an den Fahrstil eines Fahrers und die vorliegende Verkehrssituation mit hohem Schaltkomfort den geeigneten Gang.

[0004] Bei Schaltungen, d. h. einem Gangwechsel bzw. Übergang von einer Neutralstellung zu einer bestimmten Übersetzung des Getriebes, wird in Abhängigkeit des jeweiligen Betriebspunktes in Schub- bzw. Bremsschaltungen sowie Zugschaltungen unterschieden. Dabei werden als Zugschaltungen alle Schaltungen bei einem Leistungsfluß vom Antriebsmotor zum Abtrieb eines Kraftfahrzeuges bezeichnet, während Brems- oder Schubschaltungen alle Schaltungen bezeichnen, bei denen der Antrieb aus der potentiellen oder kinetischen Energie des Fahrzeugs ausgehend vom Abtrieb des Fahrzeugs zum Motor hin erfolgt.

[0005] Eine Steuerung einer Schaltung im Schubbetrieb erweist sich bei den bekannten Antriebssystemen jedoch häufig als unkomfortabel, da insbesondere bei einem Gang- einlegen bei höheren Fahrgeschwindigkeiten im Schubbetrieb eine Motordrehzahl kleiner als eine Getriebeeingangsdrehzahl ist und eine Wiederherstellung des Kraftflusses des Antriebsstranges des Antriebssystems eine nicht unbeträchtliche Fahrzeugverzögerung zur Folge hat. Die Verzögerung des Fahrzeugs wird durch den Bedarf an kinetischer Energie zum Beschleunigen der rotatorischen Massen von Motor und Getriebe verursacht.

[0006] Darüber hinaus tritt im Schubbetrieb durch das Hochbeschleunigen der rotatorischen Massen des Motors über eine zuschaltende Kupplung eine erhebliche Belastung dieser Kupplung auf, da zur Vermeidung von Komforteinbußen die zulässig auftretende Fahrzeugverzögerung be-

grenzt wird, und die Begrenzung über eine Verlängerung der Schleifzeit der zuschaltenden Kupplung eingestellt wird.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Steuerung und Regelung eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeugs mit einer elektronischen Getriebe- steuerung für ein Automatgetriebe zu schaffen, mit dem eine Fahrzeugverzögerung im Schubbetrieb während einer Schaltung begrenzt werden kann und gleichzeitig eine Kupplungsbelastung erheblich reduziert werden kann.

[0008] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Verfahren zur Steuerung und Regelung eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeuges gemäß den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

[0009] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren, bei dem zur Begrenzung einer Fahrzeugverzögerung in einem Schubbetrieb des Antriebssystems die rotatorischen Massen des Motors geregelt und/oder gesteuert beschleunigt werden, kann die benötigte Beschleunigungsenergie in vorteilhafter Weise durch den Motor selbst aufgebracht werden.

[0010] Weiter kann durch den erfindungsgemäßen positiven Motoreingriff während eines Überganges eines Getriebeelementes von einem offenen in einen geschlossenen oder einen schlupfenden Zustand bei einem Einkuppelvorgang des Getriebes und/oder einem Anregelvorgang des Getriebeelementes im Schubbetrieb in vorteilhafter Weise ein applizierbarer Verlauf der Fahrzeugverzögerung eingestellt werden, wobei die Fahrzeugverzögerung zur Realisierung eines sehr komfortablen Schaltverhaltens annähernd konstant unterhalb eines vorgebbaren Toleranzwertes gehalten werden kann.

[0011] Zusätzlich ergibt sich durch die erfindungsgemäße geregelte und/oder gesteuerte Beschleunigung der rotatorischen Massen des Motors während des Einkuppelvorganges des Getriebes bzw. des Anregelvorganges des Getriebeelementes auch die Möglichkeit, eine applikative Verzögerungserhöhung derart zu realisieren, daß ein Fahrer bei ansonsten hohem Schaltkomfort die Verzögerungsänderung als Rückmeldung des Fahrzeugs wahrnimmt, und ein Kraftfluß des Antriebssystems bzw. des Antriebsstranges zwischen einem Abtrieb des Fahrzeugs und dem Motor wieder hergestellt ist.

[0012] Durch das geregelte und/oder gesteuerte Beschleunigen der rotatorischen Massen des Motors im Schubbetrieb während eines Einkuppelvorganges des Getriebes ergibt sich weiter der Vorteil, daß Einkuppelvorgänge im Schubbetrieb in einem großen Drehzahlbereich, insbesondere auch bei höheren Drehzahlen des Abtriebs, durchgeführt werden können, ohne eine Einschränkung des Fahrkomforts zu erhalten.

[0013] Ein weiterer Vorteil ist, daß ein Einkuppelvorgang des Getriebes oder ein Anregelvorgang des Getriebeelementes auch keinerlei Einschränkung der Fahrsicherheit bedeutet, da durch eine gleichmäßige, insbesondere begrenzte Verzögerung des Fahrzeugs auch in Sonderprogrammen, wie beispielsweise einem Winterfahrprogramm, ein Ausbrechen des Fahrzeugs infolge einer zu starken Verzögerung der Fahrzeuggeschwindigkeit ausgeschlossen werden kann.

[0014] Der hier verwendete Begriff "Getriebeelement" steht stellvertretend für eine schaltbare Kupplung, welche zur Herstellung bzw. zum Aufheben des Kraftflusses in dem Antriebssystem geschlossen, in einen schlupfenden Zustand gebracht bzw. geöffnet wird. Darüber hinaus ist unter dem Begriff "Getriebeelement" auch eine geregelte Wandlerkupplung eines Wandlers eines Automatgetriebes zu verstehen, welche ebenfalls in Abhängigkeit der jeweiligen Betriebssituation des Antriebssystems von einem offenen in einen geschlossenen oder einen schlupfenden Zustand übergeführt wird.

[0015] Unter Berücksichtigung dieser Auslegung des Begriffes "Getriebeelement" ergibt sich weiter der Vorteil, daß mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beim Einkuppeln bzw. Gangeinlegen sowie bei einem Anregelvorgang der Wandlerkupplung erheblich kürzere Schaltzeiten bei gleichzeitig gesteigertem Fahrkomfort realisiert werden können.

[0016] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind den Patentansprüchen und den nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipiell beschriebenen Ausführungsbeispielen entnehmbar.

[0017] Es zeigt:

[0018] Fig. 1 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens und

[0019] Fig. 2 eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß Fig. 1, wobei stark schematisierte Druck- und Drehzahlverläufe bei einer geregelten und gesteuerten Beschleunigung der rotatorischen Massen eines Motors während eines Anregelvorganges eines Getriebeelementes im Schubetrieb dargestellt sind.

[0020] Die Fig. 1 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Steuerung und Regelung eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeuges mit einer elektronischen Getriebesteuerung für ein Automatgetriebe und einer damit signaltechnisch verbundenen elektronischen Motorsteuerung für einen Antriebsmotor. Der Antriebsmotor ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel als eine Verbrennungskraftmaschine ausgeführt, wobei das Verfahren auch bei einem als elektrische Maschine ausgebildeten Motor oder auch einer Kombination aus einer Verbrennungskraftmaschine und einer elektrischen Maschine angewendet werden kann.

[0021] In einem Schubetrieb des Antriebssystems werden während eines Übergangs eines Getriebeelementes von einem offenen in einen geschlossenen oder einen schlupfenden Zustand bei einem Einkuppelvorgang des Getriebes rotatorische Massen des Motors derart geregelt und gesteuert beschleunigt, daß eine dabei auftretende Fahrzeugverzögerung kleiner als ein vorgegebener Toleranzwert ist. Darüber hinaus findet das Verfahren bei einem Anregelvorgang des Getriebeelementes Anwendung, um die Fahrzeugverzögerung in einem Schubetrieb gegenüber einem Toleranzwert zu begrenzen.

[0022] Bei dem genannten Getriebeelement handelt es sich um eine schaltbare Kupplung bzw. um eine geregelte Wandlerkupplung eines Wandlers, wobei die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise zur Durchführung des Verfahrens der Einfachheit halber anhand der Funktionsweise einer Schaltkupplung beschrieben werden soll, wobei die beschriebene Funktionsweise bzw. Durchführung des Verfahrens entsprechend für eine geregelte Wandlerkupplung gelten soll.

[0023] In einem ersten Schritt S1 des Ablaufdiagramms gemäß Fig. 1 wird zunächst geprüft, ob generell eine Schaltung durchgeführt werden soll bzw. ob ausgehend von einer Fahrerwunschvorgabe ein Gang in dem Automatgetriebe eingelegt werden soll. Als weiteres Startkriterium des Verfahrens wird im Schritt S1 überprüft, ob ein Signal vorliegt, welches einen Anregelvorgang bzw. einen Einregelvorgang der Kupplung während eines Schubetriebes zur Folge hat.

[0024] Bei Vorliegen eines positiven Prüfergebnisses in Schritt S1 wird in einem zweiten Schritt S2 anhand einer Unterscheidungsfunktion überprüft, ob die mit der elektronischen Getriebesteuerung signaltechnisch verbundene elektronische Motorsteuerung einen positiven Motoreingriff über eine Vorgabe eines Sollwertes eines Gradienten  $ng\_mot\_soll$  der Motordrehzahl oder eines Sollverlaufes eines Motormomentes  $m\_mot$  unterstützt oder nicht.

[0025] Je nachdem, welcher Vorgabemodus in Abhängigkeit der Ausgestaltung der elektronischen Motorsteuerung

ausgewählt wird, erfolgt zur Beschleunigung der rotatorischen Massen des Motors von der elektronischen Getriebesteuerung eine Vorgabe des Sollwertes des Gradienten  $ng\_mot\_soll$  der Motordrehzahl oder des Sollverlaufes des Motormomentes  $m\_mot$  an die elektronische Motorsteuerung mit dem Ziel, daß beim Einstellen der vorgegebenen Sollwerte wenigstens annähernd ein Synchronpunkt bezüglich der Drehzahlen des Motors und des Automatgetriebes bzw. des Abtriebs erreicht wird.

[0026] Die Vorgabe des Sollwertes des Gradienten  $ng\_mot\_soll$  der Motordrehzahl bzw. des Sollverlaufes des Motormomentes  $m\_mot$  erfolgt in sich jeweils an den Schritt S2 anschließenden Schritten S3 bzw. S4.

[0027] In die Vorgabe bzw. Berechnung des Sollwertes des Gradienten  $ng\_mot\_soll$  der Motordrehzahl und des Sollverlaufes des Motormomentes  $m\_mot$  fließt jeweils ein Ist-Wert  $n\_mot\_ist$  der Motordrehzahl, eine Differenzdrehzahl  $nd\_mot$  zwischen dem Ist-Wert  $n\_mot\_ist$  der Motordrehzahl und einen Synchronwert  $n\_mot\_syn$  der Motordrehzahl sowie eine eventuell vorliegende Fahrerwunschvorgabe ein. Der Synchronwert  $n\_mot\_syn$  der Motordrehzahl stellt den Wert dar, an welchem die Motordrehzahl  $n\_mot$  wenigstens annähernd einer Getriebeeingangsdrehzahl entspricht.

[0028] Alternativ zu der Vorgabe der Differenzdrehzahl  $nd\_syn$  kann die Vorgabe der elektronischen Getriebesteuerung in Abhängigkeit eines Sollschrupfwertes  $s\_soll$  der Kupplung bzw. der Wandlerkupplung erfolgen.

[0029] Nach der Vorgabe bzw. der Berechnung des Sollwertes des Gradienten  $ng\_mot\_soll$  bzw. des Sollverlaufes des Motormomentes  $m\_mot$  erfolgt in den Schritten S5 bzw. S6 jeweils die Ausgabe der bestimmten bzw. berechneten Soll-Werte, wobei in die Vorgabe oder Berechnung des Sollverlaufes des Motormomentes  $m\_mot$  zusätzlich ein Ist-Wert  $m\_mot\_ist$  des Motormomentes, eine eventuell vorliegende Fahrerwunschvorgabe, Trägheitsmomente der rotatorischen Massen des Motors und des Automatgetriebes sowie eine in dem Automatgetriebe vorliegende Übersetzung Eingang finden.

[0030] Im Anschluß an die Ausgabe des Soll-Wertes des Gradienten  $ng\_mot\_soll$  bzw. des Sollverlaufes des Motormomentes  $m\_mot$  erfolgt jeweils in Schritten S7 bzw. S8 eine Prüfung, inwieweit die Vorgabe bzw. die Berechnung des Sollwertes des Gradienten  $ng\_mot\_soll$  der Motordrehzahl bzw. der Sollwertverlauf des Motormomentes  $m\_mot$  oder des Sollschrupfwertes  $s\_soll$  erreicht worden ist.

[0031] Ergibt die Prüfung des Schrittes S7, daß ein aktueller Ist-Wert  $n\_mot\_ist$  der Motordrehzahl einem Sollwert  $n\_mot\_soll$  der Motordrehzahl entspricht bzw. ein aktueller Ist-Schrupfwert  $s\_ist$  gleich dem Sollschrupfwert  $s\_soll$  ist, wird das Verfahren, d. h. der positive Motoreingriff, beendet. Wird hingegen festgestellt, daß zwischen dem Ist-Wert  $n\_mot\_ist$  der Motordrehzahl bzw. dem Ist-Wert  $s\_ist$  des Schrumpfes der Kupplung und den Soll-Werten  $n\_mot\_soll$  bzw.  $s\_soll$  Abweichungen vorliegen, wird in einem Schritt S9 ein Korrekturwert berechnet, mit dem eine erneute Vorgabe des Soll-Wertes des Gradienten  $ng\_mot\_soll$  der Motordrehzahl durchgeführt wird. Mit diesem neu bestimmten Soll-Wert  $ng\_mot\_soll$  des Gradienten der Motordrehzahl wird die Schleife zur Einstellung einer Motorsolldrehzahl  $n\_mot\_soll$  erneut durchlaufen.

[0032] Wird bei der Prüfung des Schrittes S8 festgestellt, daß ein aktueller Wert des Motormomentes  $m\_mot\_ist$  von dem angestrebten Soll-Wert  $m\_mot\_soll$  des Motormomentes abweicht, wird ausgehend von Schritt S8 vor den Schritt S4 zurückverzweigt und ein neuer Sollverlauf des Motormomentes  $m\_mot$  berechnet und vorgegeben.

[0033] Ist der aktuelle Ist-Wert  $n\_mot\_ist$  des Motormo-

menten wenigstens annähernd gleich dem einzustellenden Soll-Wert  $n_{\text{mot\_soll}}$  des Motormomentes, wird in einem Schritt S10 geprüft, ob der Synchronpunkt des Motors und des Automatgetriebes erreicht ist bzw. ob ein aktuell festgestellter Ist-Wert  $s_{\text{ist}}$  des Schlupfes dem einzustellenden Sollschlupfwert  $s_{\text{soll}}$  entspricht.

[0034] Ergibt die Prüfung während des Schrittes S10, daß der Synchronpunkt zwischen dem Motor und dem Automatgetriebe noch nicht erreicht worden ist oder der aktuelle Ist-Wert  $s_{\text{ist}}$  des Schlupfes der Kupplung nicht dem vorgegebenen Sollschlupfwert  $s_{\text{soll}}$  entspricht, wird wie bei einem negativen Prüfergebnis des Schrittes S8 vor den Schritt S4 zurückverzweigt und erneut ein Soll-Verlauf des Motormomentes  $m_{\text{mot}}$  in Abhängigkeit der zuvor genannten Eingangsgrößen berechnet, wobei die Werte der Eingangsgrößen den aktuellen Betriebspunkten des Motors und des Automatgetriebes entsprechen.

[0035] Ergibt die Prüfung in Schritt S10 jedoch, daß der Synchronpunkt erreicht ist bzw. ein aktueller Ist-Wert  $s_{\text{ist}}$  des Schlupfes gleich dem Sollschlupfwert  $s_{\text{soll}}$  entspricht, wird der positive Motoreingriff bzw. das Verfahren beendet.

[0036] In Fig. 2 sind stark schematisierte Druck- und Drehzahlverläufe bei einer geregelten und gesteuerten Beschleunigung der rotatorischen Massen des Motors während eines Anregelvorganges einer geregelten Wandlerkupplung im Schubbetrieb dargestellt.

[0037] Mit einer Linie "S" ist die zeitliche Dauer des Anregelvorganges von ihrem Beginn, bei dem die ein Schaltsignal symbolisierende Linie "S" von einem Wert "0" auf einen Wert "1" springt, über eine Zeit  $t$  bis zum Ende der Schaltung, bei dem die Linie "S" wieder auf den Wert "0" zurückspringt, dargestellt.

[0038] Wie mit einer Linie " $n_t$ " für die Turbinendrehzahl eines als Anfahrlement bei dem Automatgetriebe dienenden Wandlers und einer Linie " $n_{\text{mot}}$ " für die Motordrehzahl dargestellt ist, bleibt die Turbinendrehzahl  $n_t$  während des Anregelvorganges annähernd konstant, während die Motordrehzahl kontinuierlich auf einen Soll-Wert  $n_{\text{mot\_soll}}$  angehoben wird.

[0039] Mit einer weiteren Linie " $1/nue$ " ist das vorgegebene Soll-Drehzahlverhältnis zwischen der Motor-Solldrehzahl  $n_{\text{mot}}$  zur Turbinendrehzahl  $n_t$  des Wandlers dargestellt, welches einen reziproken Wert zu dem üblicherweise als Drehzahlkennwert " $nue$ " bezeichneten Quotienten zwischen der Turbinendrehzahl  $n_t$  und der Motordrehzahl  $n_{\text{mot}}$  darstellt. Das Drehzahlverhältnis  $1/nue$  ist vorgegeben und folgt während der Schaltung in Abhängigkeit seines Startwertes einer applizierten Sollwertvorgabe.

[0040] Wie Fig. 2 zu entnehmen ist, ist in einer ersten mit den durchgezogenen Linien " $n_{\text{mot}}$ ", " $1/nue$ ", " $n_{\text{ab}}$ " und " $m_{\text{ab}}$ " dargestellten Ausführung das Verhältnis  $1/nue$  der Motor-Solldrehzahl  $n_{\text{mot\_soll}}$  zur Turbinendrehzahl  $n_t$  des Wandlers als ein konstanter Wert vorgegeben, wie auch dem gleichbleibenden Abstand der Linien " $n_t$ " und " $n_{\text{mot}}$ " in einer ersten Phase PH1 der Schaltung zu entnehmen ist. Die Soll-Motordrehzahl  $n_{\text{mot\_soll}}$  wird zu Beginn des Anregelvorganges aus einem Schubkennfeld des Wandlers in Abhängigkeit des vorgegebenen Verhältnisses  $1/nue$  der Motor-Solldrehzahl  $n_{\text{mot}}$  zur Turbinendrehzahl  $n_t$  des Wandlers ermittelt. Da die Turbinendrehzahl  $n_t$  bei dem hier betreffenden Stufenautomatgetriebe nicht veränderbar ist, wird zur Einhaltung eines gleichbleibenden Drehzahlverhältnisses die Motordrehzahl  $n_{\text{mot}}$  in Abhängigkeit des Drehzahlverhältnisses  $1/nue$  gemäß dem hierfür vorgegebenen konstanten Wert verändert. Dabei werden die rotatorischen Massen des Motors in einer zweiten Phase PH2 der Schaltung nunmehr so beschleunigt, daß deren Beschleunigungsenergie ausreicht, um die rotatorischen Mas-

sen auf die Synchrondrehzahl des einzulegenden Ganges zum Synchronpunkt in einer dritten Phase PH3 der Schaltung zu beschleunigen. Die Ansteuerung hierzu wird derart vorgenommen, daß die elektronische Getriebesteuerung an die elektronische Motorsteuerung die erforderliche Motordrehzahl  $n_{\text{mot\_soll}}$  ausgibt, welche von der elektronischen Motorsteuerung auf an sich bekannte Weise aufbereitet wird, um entsprechende Befehle an die Stellglieder des Antriebsmotors weiterzugeben.

[0041] Aufgrund der Einstellung eines konstanten Drehzahlverhältnisses  $1/nue$  der Motor-Solldrehzahl  $n_{\text{mot}}$  zur Turbinendrehzahl  $n_t$  des Wandlers ergibt sich eine Fahrzeugverzögerung entsprechend dem Schubkennfeld des Wandlers, wie den Kurven zum Verlauf der Abtriebsdrehzahl  $n_{\text{ab}}$  und des Abtriebsmoments  $m_{\text{ab}}$  in der zweiten Phase PH2 der Schaltung zu entnehmen ist. Dabei ist je nach Vorgabe des Wertes für das Drehzahlverhältnis  $1/nue$  eine beliebige applikative Verzögerungserhöhung während der Schaltung im Schubbetrieb möglich.

[0042] Bei der Variante des Verfahrens gemäß Fig. 2 wird als Komfortkriterium weiterhin vorgegeben, daß die Motordrehzahl  $n_{\text{mot}}$  stets kleiner als die Turbinendrehzahl  $n_t$  ist, da sich damit der Antriebsstrang sicher im Schubbetrieb befindet und auch bei sehr kurzen Schaltzeiten gewährleistet ist, daß kein Flankenwechsel in den Zahnradpaarungen von der Schub- auf die Zugflanke mit entsprechend unangenehmen Begleitgeräuschen auftritt. Selbstverständlich kann dies applikativ auch dahingehend verändert sein, daß die Motordrehzahl  $n_{\text{mot}}$  z. B. in einem Sportprogramm auch kurzzeitig am Synchronpunkt die Turbinendrehzahl  $n_t$  übersteigen kann.

[0043] Während das erfindungsgemäße Verfahren bei der beschriebenen Ausführung gemäß Fig. 2 über eine Vorgabe der Soll-Motordrehzahl  $n_{\text{mot\_soll}}$  von der elektronischen Getriebesteuerung an die elektronische Motorsteuerung realisiert ist, kann hiervon abweichend selbstverständlich auch vorgesehen sein, daß der elektronischen Motorsteuerung ein Soll-Motormoment  $m_{\text{mot\_soll}}$  vorgegeben wird, wobei hier lediglich ein zusätzlicher Rechenschritt erforderlich ist, um die Soll-Motordrehzahl  $n_{\text{mot\_soll}}$  einzustellen. Beide Vorgabearten können aus dem Wandlerkennfeld berechnet und entsprechend aufbereitet an die elektronische Motorsteuerung gesendet werden.

[0044] Um eine schnellere Angleichung der Motordrehzahl  $n_{\text{mot}}$  zu der Turbinendrehzahl  $n_t$  zu erreichen, kann alternativ vorgesehen werden, das Drehzahlverhältnis  $1/nue$  von Motor-Solldrehzahl  $n_{\text{mot}}$  zur Turbinendrehzahl  $n_t$  des Wandlers in der zweiten Phase PH2 des Anregelvorganges zu variieren, wobei der Wert des Drehzahlverhältnisses  $1/nue$  in Abhängigkeit des im Modell abgebildeten Schubkennfeldes des Wandlers errechnet wird.

[0045] Mit einer geeigneten Erhöhung des Drehzahlverhältnisses  $1/nue$  in der zweiten Phase PH2 des Anregelvorganges, was wiederum durch eine entsprechende Änderung der Soll-Motordrehzahl  $n_{\text{mot\_soll}}$  erreicht wird, kann ein deutlich stärkerer Anstieg der Motordrehzahl  $n_{\text{mot}}$  erreicht werden und die Fahrzeugverzögerung annähernd konstant gehalten werden. Auf diese Weise läßt sich eine abtriebsmomentenneutrale Rückschaltung im Schubbetrieb realisieren oder ein frei applizierbarer Verzögerungsverlauf vorgeben.

[0046] Bei einer Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Beschleunigung der rotatorischen Massen eines Verbrennungsmotors, werden die entsprechenden Stellglieder des Verbrennungsmotors durch die elektronische Motorsteuerung derart angesteuert, daß der Verbrennungsmotor über eine geregelte und/oder gesteuerte Befuerung auf die vorgegebene Motordrehzahl  $n_{\text{mot\_soll}}$  angehoben wird.

[0047] Besteht das Antriebsaggregat bzw. der Motor aus

einer Kombination aus einem Verbrennungsmotor und einer elektrischen Maschine wird die geregelte und gesteuerte Beschleunigung des Motors über eine Ansteuerung der entsprechenden Stellglieder der elektrischen Maschine und/oder einer geregelten und gesteuerten Befuerung des Verbrennungsmotors realisiert, wobei der Einsatz des Verfahrens auch für die Verwendung einer elektrischen Maschine alleine geeignet ist.

## Bezugszeichen

m<sub>ab</sub> Abtriebsmoment  
 m<sub>mot</sub> Motormoment, Sollverlauf des Motormomentes  
 m<sub>mot\_ist</sub> Ist-Wert des Motormomentes  
 m<sub>mot\_soll</sub> Soll-Wert des Motormomentes  
 n<sub>ab</sub> Abtriebsdrehzahl  
 nd<sub>mot</sub> Differenzdrehzahl  
 ng<sub>mot\_soll</sub> Soll-Wert des Gradienten der Motordrehzahl  
 n<sub>mot\_syn</sub> Synchronwert der Motordrehzahl  
 n<sub>mot</sub> Soll-Motordrehzahl  
 n<sub>t</sub> Turbinendrehzahl  
 nue Drehzahlverhältnis der Turbinendrehzahl zur Motordrehzahl  
 1/nue geregeltes Soll-Drehzahlverhältnis während Rück-schaltung im Schubetrieb  
 PH1 erste Phase der Rückschaltung  
 PH2 zweite Phase der Rückschaltung  
 PH3 dritte Phase der Rückschaltung  
 S Kennlinie für Schaltung aktiv/inaktiv  
 S1-S10 Schritt  
 s<sub>ist</sub> Ist-Wert des Schlupfes  
 s<sub>soll</sub> Sollschlupfwert  
 t Zeit

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung und Regelung eines Antriebssystems eines Kraftfahrzeuges mit einer elektronischen Getriebesteuerung für ein Automatgetriebe und einer damit verbundenen elektronischen Motorsteuerung für einen Antriebsmotor, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem Schubetrieb des Antriebssystems während eines Übergangs eines Getriebeelementes von einem offenen in einen geschlossenen oder einen schlupfenden Zustand bei einem Einkuppelvorgang des Getriebes oder einem Anregelvorgang des Getriebeelementes rotatorische Massen des Motors derart geregelt und/oder gesteuert beschleunigt werden, daß eine Fahrzeugverzögerung kleiner als ein vorgegebbarer Toleranzwert ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Beschleunigung der rotatorischen Massen des Motors von der elektronischen Getriebesteuerung eine Vorgabe eines Sollwertes eines Gradienten (ng<sub>mot\_soll</sub>) der Motordrehzahl oder eines Sollverlaufes eines Motormomentes (m<sub>mot</sub>) an die elektronische Motorsteuerung derart erfolgt, daß wenigstens annähernd ein Synchronpunkt des Motors und des Automatgetriebes erreicht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorgabe der elektronischen Getriebesteuerung in Abhängigkeit eines Istwertes (n<sub>mot\_ist</sub>) der Motordrehzahl bestimmt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorgabe der elektronischen Getriebesteuerung in Abhängigkeit eines Sollschlupfwertes (s<sub>soll</sub>) des Getriebeelementes erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, da-

durch gekennzeichnet, daß der Sollverlauf des Motormomentes (m<sub>mot</sub>) in Abhängigkeit eines Istwertes (m<sub>mot\_ist</sub>) des Motormomentes und/oder einer Fahrerwunschvorgabe ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Ermittlung des Sollverlaufes des Motormomentes (m<sub>mot</sub>) Trägheitsmomente der rotatorischen Massen des Motors und des Automatgetriebes sowie eine in dem Automatgetriebe vorliegende Übersetzung berücksichtigt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwert des Gradienten (ng<sub>mot\_soll</sub>) der Motordrehzahl oder der Sollverlauf des Motormomentes (m<sub>mot</sub>) in Abhängigkeit einer Differenzdrehzahl (nd<sub>mot</sub>) zwischen dem Istwert (n<sub>mot\_ist</sub>) der Motordrehzahl und einem Synchronwert (n<sub>mot\_syn</sub>) der Motordrehzahl erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Ausgabe des Sollwertes (n<sub>mot\_soll</sub>) der Motordrehzahl oder des Sollverlaufes des Motormomentes (m<sub>mot</sub>) von der elektronischen Getriebesteuerung geprüft wird, ob der Synchronpunkt des Motors und des Automatgetriebes oder der SollschrupfWert (s<sub>soll</sub>) des Getriebeelementes wenigstens annähernd vorliegt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei Abweichungen von dem Synchronpunkt eine erneute Bestimmung und Vorgabe des Sollwertes des Gradienten (ng<sub>mot\_soll</sub>) der Motordrehzahl oder des Sollverlaufes des Motormomentes (m<sub>mot</sub>) vorgenommen wird, wobei dies unter Berücksichtigung eines aktuellen Betriebspunktes des Motors und des Automatgetriebes erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei Vorliegen des Synchronpunktes das Verfahren beendet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorgabe des Sollwertes des Gradienten (nd<sub>mot\_soll</sub>) der Motordrehzahl oder des Sollverlaufes des Motormomentes (m<sub>mot</sub>) in Abhängigkeit eines vorgebbaren Verhältnisses (1/nue) des Sollwertes (n<sub>mot\_soll</sub>) der Motordrehzahl zu einer Turbinendrehzahl (n<sub>t</sub>) eines als Wandler ausgebildeten Getriebeelementes eingestellt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zu Beginn des Einkuppelvorganges des Getriebes oder des Anregelvorganges des Getriebeelementes der Sollwert des Gradienten (nd<sub>mot\_soll</sub>) der Motordrehzahl oder der Sollverlauf des Motormomentes (m<sub>mot</sub>) aus einem Schubkennfeld des Wandlers in Abhängigkeit des vorgebbaren Verhältnisses (1/nue) des Sollwertes (n<sub>mot\_soll</sub>) der Motordrehzahl und der Turbinendrehzahl (n<sub>t</sub>) des Wandlers ermittelt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis (1/nue) des Sollwertes (n<sub>mot\_soll</sub>) der Motordrehzahl zur Turbinendrehzahl (n<sub>t</sub>) des Wandlers während des Einkuppelvorganges des Automatgetriebes oder des Anregelvorganges des Wandlers im Schubetrieb in Abhängigkeit seines Startwertes einer applizierbaren Sollwertvorgabe folgt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einstellung einer Erhöhung der Fahrzeugverzögerung während des Einkuppelvorganges des Automatgetriebes oder des Anregelvorganges des Wandlers im Schubetrieb für das Verhältnis (1/nue) des Sollwertes (n<sub>mot\_soll</sub>) der Motordrehzahl zur Turbinendrehzahl (n<sub>t</sub>) des Wandlers ein konstanter Wert ausgegeben wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einstellung eines konstanten Abtriebsmomentes ( $m_{ab}$ ) oder eines konstanten Abtriebsmomentengradienten während des Einkuppelvorganges des Automatgetriebes oder des Anregelvorganges des Wandlers im Schubbetrieb für das Verhältnis ( $1/nue$ ) des Sollwertes ( $n_{mot\_soll}$ ) der Motordrehzahl zur Turbinendrehzahl ( $n_t$ ) des Wandlers ein Wert, welcher in Abhängigkeit des im Modell abgebildeten Schubkennfeldes des Wandlers errechnet wird, 10 ausgegeben wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß zur Realisierung eines Komfortbetriebes der Sollwert ( $nd_{mot\_soll}$ ) des Gradienten der Motordrehzahl derart vorgegeben wird, daß 15 der Wert kleiner als der Wert der Turbinendrehzahl ( $n_t$ ) ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

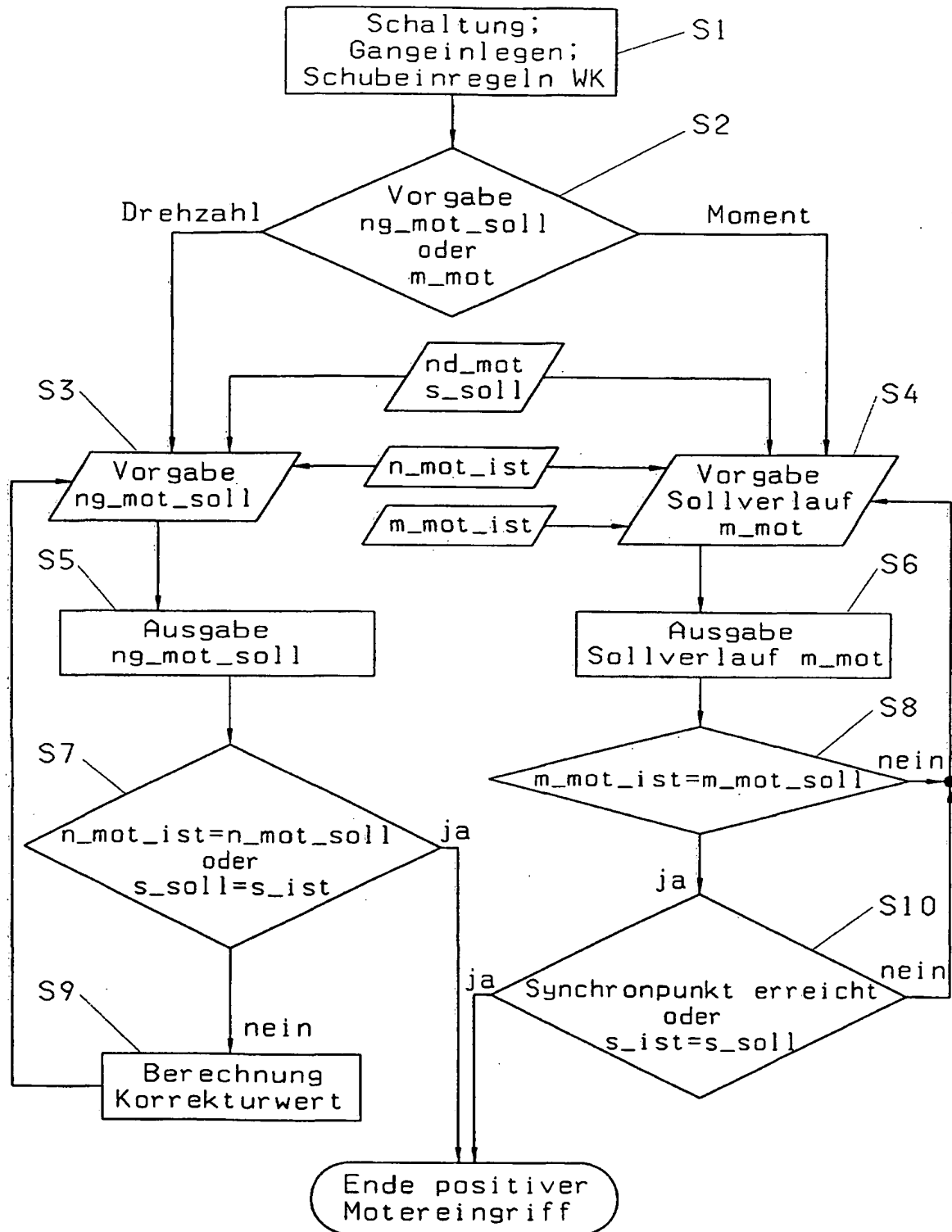


Fig. 1

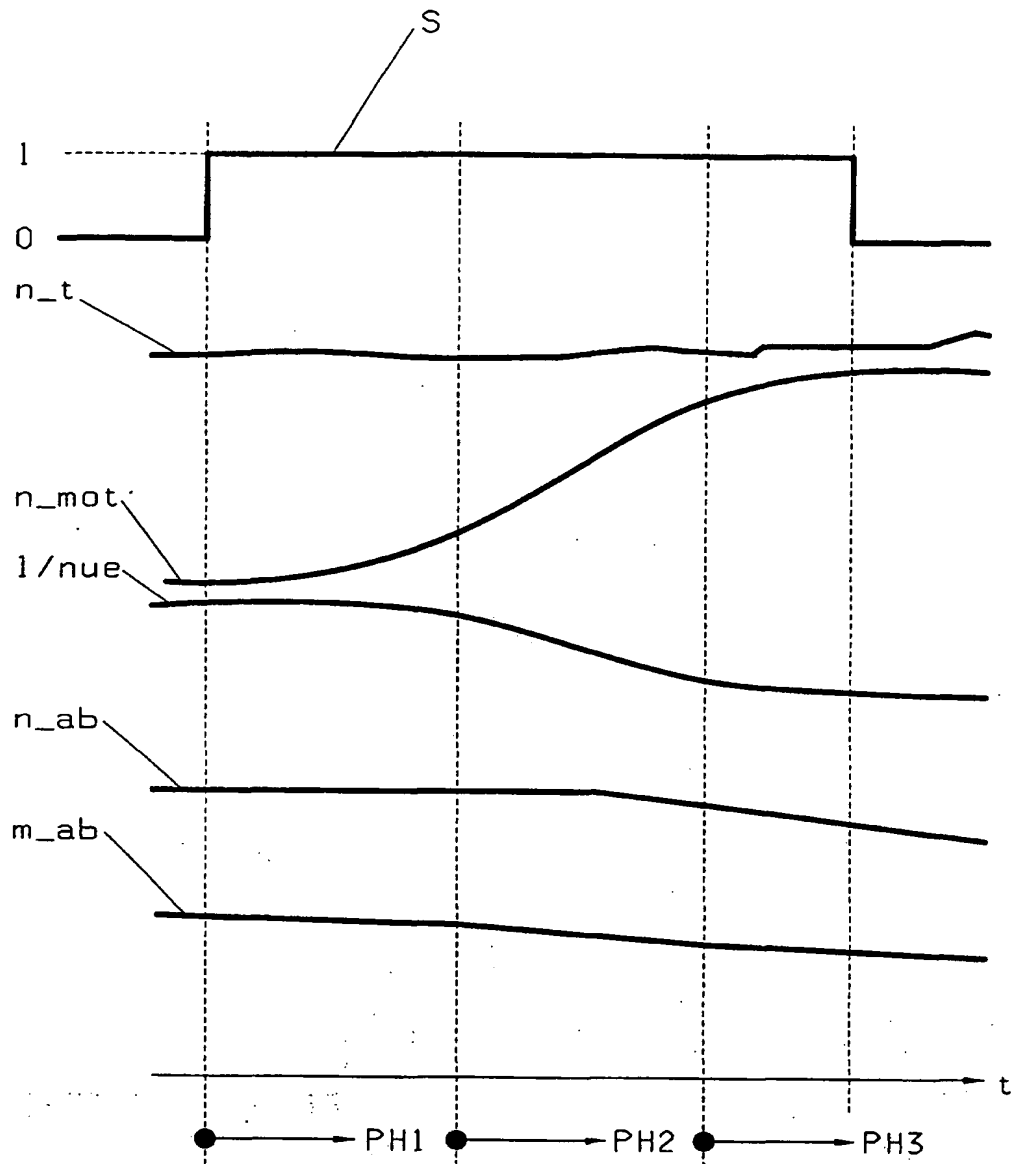


Fig. 2